

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 07-243738

(43) Date of publication of application : 19.09.1995

(51)Int.Cl.

F25D 1/02
H01L 23/427

(21) Application number : 06-036045

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22) Date of filing : 07.03.1994

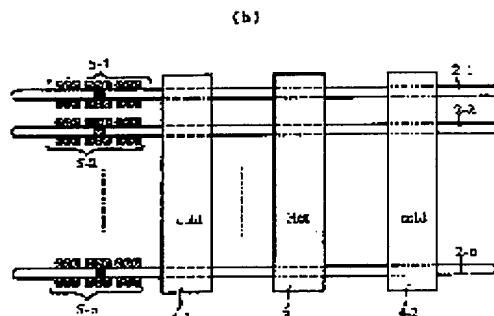
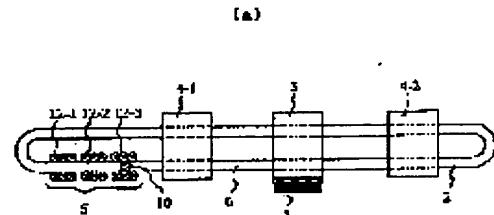
(72)Inventor : SHIKIDA MITSUHIRO
SATO KAZUO
TANAKA SHINJI
HATADA TOSHIRO
OHASHI SHIGEO

(54) MAGNETIC TYPE LIQUID VIBRATION PUMP AND COOLER FOR ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a cooler for an electronic apparatus of a liquid-cooled thin structure which can be placed in an apparatus mounted at a high density and a magnetic type liquid vibration pump adapted therefor.

CONSTITUTION: The cooler for an electronic apparatus comprises a heat dissipating unit 3 in contact with a heat generator 1 of the apparatus, cooling units 4-1, 4-2 for dissipating heat from the generator, tubes 2-1-2-n connected thereto to heat transfer, and magnetic field generators 5-1-5-n formed of a plurality of coils and provided on outer peripheries of parts of the tubes 2-1-2-n. On the other hand, solid spherical magnetic elements 10 each having a diameter substantially the same as an inner diameter of the tube are inserted into the tubes 2-1-2-n provided on outer peripheries with the generators 5-1-5-n, and vibrated by magnetic forces generated from the generators. Heat transfer of liquid refrigerant sealed in the tube is expedited by the vibration of the from the unit 3 to the units 4-1, 4-2 to be cooled.



(51) Int. C1. *

F 25 D 1/02
H 01 L 23/427

識別記号 厅内整理番号

B

F I

技術表示箇所

H 01 L 23/46

B

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-36045

(22) 出願日 平成6年(1994)3月7日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 式田 光宏

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 佐藤 一雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 田中 伸司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 高崎 芳絃

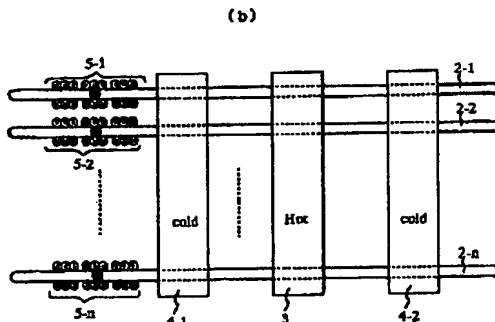
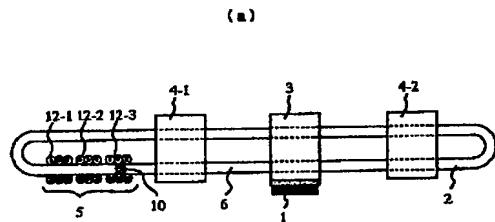
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置

(57) 【要約】

【目的】 高密度実装される機器内に搭載可能で、冷却効率の高い、液冷式で薄型構造の電子機器用冷却装置と、それに適した磁気式液体振動ポンプを提供する。

【構成】 電子機器用冷却装置は、電子機器の発熱部1に接する放熱部3と、発熱部からの熱を発散する冷却部4-1、4-2と、これらを接続して熱伝達を行うチューブ2-1～2-nを備えており、これらのチューブ2-1～2-nの一部の外周には、それぞれ、複数のコイルから構成される磁場発生装置5-1～5-nが設けられている。一方、これら磁場発生装置5-1～5-nが外周に設けられたチューブ2-1～2-nの内部には、固体でチューブの内径とほぼ同じ径の球形磁性体10が挿入されており、磁場発生装置の発生する磁力で振動する。この球形磁性体10の振動によりチューブ内部に封入された液体冷媒6の熱伝達が促進され、放熱部3から冷却部4-1、4-2へ熱が伝達されて冷却される。



(1) 電子回路の高集積化によるチップ当たりの発熱量の増加

(2) LSIなどの高密度実装による基板当たりの発熱量の増加

ところで、上記の発熱問題を解決する手段として、従来の比較的大型の計算機においては、空気や水などの冷媒を循環供給して冷却する冷却装置を設けて発熱部を冷却することが行われていた。しかし、かかる従来の比較的大型の計算機では、その冷却装置も、計算機の規模や価格あるいは寸法などと同様、電動モータ等を利用して冷媒を循環するポンプやコンプレッサーを備えた比較的規模の大きい高価なものであった。

【0003】かかる比較的大型の冷却装置は、例えばスーパーコンピュータなどの大型の計算機などにおいては実用化されているが、しかしながら、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器では、その規模や価格あるいは寸法などから、到底そのままでは採用することが出来ない。

【0004】かかる問題点を解決するため、例えば特開平2-196454号公報によれば、回転式ファンを発熱部であるLSIチップ上に直接取り付けて気体(空気)で冷却する半導体パッケージの冷却方法が提案されている。また、特開昭62-149158号公報によれば、発熱部を冷却するための圧電振動子を用いた往復式ファンが提案されている。

【0005】さらに、従来技術として、特開平3-25291号公報によれば、棒状の永久磁石を磁気力により左右に駆動する冷却装置が知られている。加えて、電気的にチューブ内の磁性流体を振動させる磁気力駆動装置が「磁性流体入門」(神山新一著、産業図書株式会社発行)に紹介されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、上記の従来技術では、比較的規模の大きい電気機器の発熱部を冷却するための電動モータ等を利用して冷媒を循環するポンプやコンプレッサーを備えた冷却装置は既に知られているものの、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器の発熱部、特にその演算装置(CPU)や記憶部などを効率的に冷却する小型の冷却装置は見あたらない。例えば、上記従来技術の回転式ファンは、LSIと同程度の大きさであるが、その厚さは10mm程度を要する。このため、回転式ファンは、回路基板をスタック状に高密度実装する際の大きな障害となる。

【0007】また、上記の従来技術の圧電振動子を用いた往復式ファンは、一端が固定されたバイモルフ振動子と駆動電源とからなる。このバイモルフ振動子は10Vの電圧で駆動される。一方、LSIの動作電圧は、通常、5Vである。従って、往復式ファンを駆動するに

は、LSI用の電源を10Vまで昇圧する電源回路が必要になり、これではむしろ基板上におけるLSIチップの高密度化を妨げることとなる。

【0008】一般的に、液体を熱伝達の媒体として用いる方法は、上述の回転式ファン及び往復式ファンに比べて冷却効果が大きいという利点が有る。しかし、液体を振動あるいは循環させるための駆動部にピストン及びモータ等の複雑な機械要素を用いているため、上記の回転式ファン同様に、駆動部を小型化、薄型化することが困難であり、このことが回路基板の高密度実装の大きな妨げとなっている。また、特開平3-25291号公報により知られる冷却装置では、棒状の永久磁石を磁気力で左右に駆動する構造ではあるが、磁気力で棒状の永久磁石を左右に移動させる際、この棒状の永久磁石の表面と永久磁石を支えるチューブ内壁との間で生じる摩擦が大きく、永久磁石を駆動するのに大きな磁気力を必要とすることから、冷却装置の駆動部の小型化が妨げられ、駆動電力も増大してしまい、これでは小型の電子機器への適用が難しいという問題点があった。

【0009】そこで、本発明の目的は、上記の従来技術における問題点に鑑み、特に駆動部での小型あるいは薄型構造が可能で、必要な駆動電力も小さな磁気式液体振動ポンプを提供し、かつ、この磁気式液体ポンプを利用して、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等の比較的小型の電子機器へも容易に適用することが可能で汎用性が高く、冷却効率も良い電子機器用冷却装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の本発明の目的を達成するために、本発明によれば、まず、内部に液体を封入し、少なくとも1の液体路を形成するチューブを備え、前記チューブの少なくとも一部には内径が円形の円筒状部が形成され、前記チューブの前記円筒状部の外側の周囲には磁場発生装置が配置され、かつ、前記チューブの前記円筒状部の内部には、少なくとも外形が球形で固体の磁性体が滑動可能に配置されており、前記磁場発生装置からの磁場による前記球形の固体磁性体の振動により前記チューブ内に封入された液体に少なくとも振動を与える磁気式液体振動ポンプが提案されている。

【0011】また、同時に、内部に液体を封入し、少なくとも1の液体通路を形成するチューブと、前記チューブの少なくとも一部に設けられ、前記チューブ内に流れる液体を一方向にのみ導く一方弁と、前記チューブから分岐して設けられ、内部に液体を封入した分岐チューブと、前記分岐チューブの一部に設けられ、前記分岐チューブ内部に封入された液体に振動を与えると共に、前記チューブ内の液体を一方向に移動させる駆動部とを備えた磁気式液体振動ポンプも提案されている。

【0012】なお、ここで磁気式液体振動ポンプとは、チューブ内に封入された液体に振動を与えるもの、さら

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に液体を封入し、少なくとも1の液体路を形成するチューブを備え、前記チューブの少なくとも一部には内径が円形の円筒状部が形成され、前記チューブの前記円筒状部の外側の周囲には磁場発生装置が配置され、かつ、前記チューブの前記円筒状部の内部には、少なくとも外形が球形で固体の磁性体が滑動可能に配置されており、前記磁場発生装置からの磁場による前記球形の固体磁性体の振動により前記チューブ内に封入された液体に少なくとも振動を与えることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項2】 前記請求項1の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記チューブは閉ループを形成していることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項3】 前記請求項1の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記磁場発生装置は励磁電流により振動磁場を発生するコイルから構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項4】 前記請求項1の磁気式液体振動ポンプにおいて、外周に前記磁場発生装置が配置された前記チューブの一部は、前記チューブの他の部分とは分離可能に構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項5】 前記請求項1の磁気式液体振動ポンプにおいて、外周に前記磁場発生装置が配置された前記チューブの両側には、前記球形の固体磁性体の移動を規制するための網状のチャネルを設けたことを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項6】 内部に液体を封入し、少なくとも1の液体通路を形成するチューブと、前記チューブの少なくとも一部に設けられ、前記チューブ内に流れる液体を一方向にのみ導く一方弁と、前記チューブから分岐して設けられ、内部に液体を封入した分岐チューブと、前記分岐チューブの一部に設けられ、前記分岐チューブ内部に封入された液体に振動を与えると共に、前記チューブ内の液体を一方向に移動させる駆動部とを備えたことを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項7】 前記請求項6の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記駆動部は励磁電流により振動磁場を発生するコイルから構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項8】 電子機器の発熱部での熱をチューブ内に封入した液体媒体を介して冷却部に移動させる電子機器用冷却装置であって、前記チューブは、前記電子機器の発熱部に近接した位置に配置される放熱部を経由する経路を形成し、前記チューブの少なくとも一部には、前記チューブ内に封入された液体媒体に振動を与えるための振動発生手段が設けられ、前記電子機器の発熱部での熱を前記放熱部を介して少なくとも前記チューブ内に封入した液体媒体の振動によって冷却部に移動させることを

特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項9】 前記請求項8の電子機器用冷却装置において、さらに、前記チューブ内に封入された液体媒体を循環させるための手段を含んでいることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項10】 前記請求項8の電子機器用冷却装置において、前記チューブは複数の経路を形成することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項11】 前記請求項8の電子機器用冷却装置において、前記チューブが閉ループを形成していることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項12】 前記請求項8の電子機器用冷却装置において、前記振動発生手段は、電磁力により前記チューブの一部に封入された固体の球形磁性体を振動させることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項13】 前記請求項8記載の電子機器用冷却装置において、前記放熱部の両側に二つの独立した冷却部を前記チューブを介して接続し、前記振動発生手段の振動により該放熱部に蓄積された熱を該冷却部へ伝達することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項14】 前記請求項8記載の電子機器用冷却装置を、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパーソナルコンピュータを含む小型電子機器の発熱部の冷却に使用することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項15】 前記請求項14の電子機器用冷却装置において、冷却する前記小型電子機器の発熱部は中央演算部であることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項16】 前記請求項8の電子機器用冷却装置をラップトップ型パーソナルコンピュータに適用したものにおいて、当該ラップトップ型パーソナルコンピュータの中央演算部を発熱部として前記放熱部を表面に取り付け、框体の一部に前記チューブを配回して前記冷却部を構成することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型（ノートブックサイズのものも含む）などのパーソナルコンピュータ（パソコン）等、いわゆる比較的小型の電子機器の冷却に関し、特に、磁気式液体振動ポンプ、及び、それを利用して熱を発生する電子回路部品を冷却する電子機器用冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年におけるワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器の発達は著しく、その演算装置（CPU）の高速化に伴い、装置内で発生する熱量が多くなってきている。その主な原因として、以下の点が考えられる。

には、この振動により液体を循環させるものをも包含する意味である。

【0013】次に、やはり上記の本発明の目的を達成するため、さらに、上記の磁気式液体振動ポンプを利用した電子機器用冷却装置であって、電子機器の発熱部での熱をチューブ内に封入した液体媒体を介して冷却部に移動させる電子機器用冷却装置であって、前記チューブは、前記電子機器の発熱部に近接した位置に配置される放熱部を経由する経路を形成し、前記チューブの少なくとも一部には、前記チューブ内に封入された液体媒体に振動を与えるための振動発生手段が設けられ、前記電子機器の発熱部での熱を前記放熱部を介して少なくとも前記チューブ内に封入した液体媒体の振動によって冷却部に移動させる電子機器用冷却装置が提起されている。

【0014】

【作用】すなわち、本発明によれば、まず、上記の2つの磁気式液体振動ポンプは、いずれも、チューブ内径とほぼ等しい大きさを有する固体の磁性体もしくは永久磁石を用いてこれをコイルなどの磁場発生装置により振動させるだけであり、複雑な機械要素が無く、そのため、駆動部での小型化あるいは薄型構造が可能で、必要な駆動電力も小さな磁気式液体振動ポンプを実現することが出来る。

【0015】さらに、上記の磁気式液体振動ポンプを冷却装置として利用することにより、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、高密度実装により内部空間も狭く、しかも、装置内での発生熱量も増加している小型電子機器の冷却を、液冷式により冷却効率よく実現することが出来、しかも、従来の液冷式に比較して容易に適用することが可能となる。

【0016】加えて、以下に詳細に説明する実施例からも明らかとなるように、本発明の好ましい実施態様によれば、流体駆動用磁性体として、チューブ内径とほぼ等しい大きさを有する固体の磁性体もしくは永久磁石を用いているので、(1)微粒子を液体に分散させた磁性流体の時に比べ、磁性体部分に働く力が強く磁性体を高速に移動させることができる、(2)扱う流体に制限が無い等の利点がある。また、冷却装置は磁性体を挿入するチューブと、コイル形成用ボビンとを分離することができる。更に、チューブ用チャネル形状の異なるボビンを用いることにより、冷却能率の異なる冷却装置を実現出来る。

【0017】さらに、また、チューブ内の磁性流体を電気的に振動させる磁気力駆動装置は、チューブ内の磁性流体をピストンとして利用しているため、複雑な機械要素がなく、装置の小型化に適している。磁気力駆動装置では、磁場中において直径100オングストローム($10^{-10}m$)以下の磁性微粒子に働く力を用いて流体全体を振動させている。磁性微粒子に働く力は微粒子の体積

に依存する。従って、磁性微粒子を含む流体全体に働く磁気力は小さく、磁性流体を高速に移動させることが困難である。また、磁性流体を用いた方法では、磁性流体がチューブ内の媒体に拡散するのを防ぐために、磁性流体の溶媒がチューブ内の媒体と混合しないような液体の選択をする必要があり、使用可能な溶液に制限がある。

【0018】

【実施例】以下、添付の図面を用いながら、本発明の実施例の詳細について説明する。図1は、本発明の磁性体を用いた磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置の原理を示す図である。図1(a)は、本発明による冷却装置の構成を示す側面図であり、また、図1(b)はその平面図である。この冷却装置では、演算装置(CPU)などの高集積化電子回路(LSI)である発熱素子部1は、図中に「H_ot」で示した熱伝達の優れた金属板などから形成される放熱部3の下面に接触して設けられている。この放熱部3には、本実施例では上下に一対の穴が形成されており、これらの穴を通って、複数のチューブ(2-1～2-n)が内部に液体の冷媒を封入して閉ループの液体流路を形成している。本実施例では、この放熱部3の左右には、やはり熱伝達の優れた金属板などから形成される冷却部(「C_old」)4-1、4-2が設けられ、上記のチューブ2は、やはり、冷却部4-1、4-2の上下に一対形成した穴を通っている。そして、本発明によれば、上記チューブ2の一部(上記の実施例では、冷却部4-1の左側)には、内部に封入した媒体6を振動させるための駆動部5-1～5-nが設けられている。なお、上記の放熱部3及び冷却部4は、図示はしないが、その放熱効果を大きくするために表面には放熱フィンを取り付けた構造になっている。

【0019】次に、上記駆動部5の詳細な構造が、図2に示されている。なお、この図は、チューブ2内の固体の球形磁性体10の位置と、コイルの通電状態との関係を示しているが、駆動部5の詳細な構造の説明のためには、図2(a)を参照しながら説明を行う。すなわち、少なくともこの駆動部5においては、上記の内部に液体を封入し、液体流路の閉ループを形成するチューブ2は、内径が円形の円筒状に形成されており、その内部には、少なくとも外形が球形の固体の球形磁性体10が配置され、その内壁面を滑動可能な状態になっている。また、この駆動部5においては、上記チューブ2の外壁の周囲には、磁力を発生する複数のコイル12-1～12-3からなる磁場発生装置が配置されている。

【0020】さらに、図3には、上記のコイル12-1～12-3を駆動するための冷却装置の駆動回路の一例を示している。図からも明らかのように、この駆動回路は5つの駆動用コイル#1～#5を駆動するものであるが、この駆動用コイルを3個にすれば、上記図3のコイル12-1～12-3を駆動することが出来ることは言

うまでもない。そして、この駆動回路は、固体の球形磁性体10を駆動するための電気回路部13と、電気回路部へのスタート信号を供給するスイッチ14からなる。なお、駆動部は固体の球形磁性体10と上記の複数の駆動用コイル#1～#5とからなる。また、上記磁性体駆動用の電気回路部13は、発振器131と、論理回路及びドライブ回路部132からなる。また、これらの発振器131と、論理回路及びドライブ回路132には、5Vの駆動電源が供給されている。

【0021】次に、以上に説明した本発明の磁性体を用いた磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置の動作を、上記の図1～図3に加え、さらに、図4の出力波形図を用いて以下に説明する。

【0022】まず、図4に示すように、冷却装置の駆動回路を構成するスイッチ14を時刻tでオン(ON)すると、図4(a)のように、出力Oは、時刻t以降、オン状態となる。これに伴い、電気回路部13の発振器部131では、基準となるパルス電圧信号Pを供給する。一方、論理回路部及びドライブ回路部132では、上記発振器131からの発振パルス電圧信号Pを受け、図4(b)に示すような、各コイルに応じた駆動電気信号を出力する。この図4(b)には、固体の球形磁性体10を一往復させるときに、各コイル#1～#5に供給する駆動電気信号の電流波形のタイムチャートを示している。なお、この実施例では、回路構成要素は全て5Vの駆動電源電圧で動作し、図2に詳細を示した駆動部5の3個のコイル12-1～12-3を駆動するためには、図3の駆動用コイル#1～#5の内の3個のコイル#3～#5だけを用い、論理回路部及びドライブ回路部132は、図4(b)に示した駆動電気信号の内の#3～#5だけを用いることとなる。なお、その場合の1周期は、図4に示している1周期とは異なり、駆動電気信号#3の間の期間となる。

【0023】続いて、上述のような駆動電気信号#3～#5が3個のコイル12-1～12-3に供給されると、図2の冷却装置の駆動部5において、チューブ2内に挿入された固体の球形磁性体10は、その位置を、上記コイル12-1～12-3の通電状態との関係で前後に移動し、チューブ2内を前後に振動することとなる。例えば、図2(a)にはコイル12-1に電流を流した場合の状態が示されており、コイル12-1に励磁電流が流れ形成される磁場により、球形磁性体10は、このコイル12-1の位置に移動する。次に、コイル12-2に励磁電流を流すと、図2(b)に示すように、球形磁性体10は図の右方向に移動する。従って、コイル12-1からコイル12-3方向に順次電流を流すことにより、球形磁性体10は右方向にステップ状に移動する(図1(a)～図1(c))。その後、コイル12-1～12-3の通電状態を、上記の場合とは逆に、12-3から12-1の方向に順次変えていくと、球形磁性

体10は図の左方向にステップ状に移動する。以上のように、コイルの通電状態を順次変えることで、球形磁性体10がチューブ2内を往復運動、すなわち振動することとなる。

【0024】再び図1に戻って、発熱素子部1の熱は放熱部3とチューブ2内の液体冷媒6を介して冷却部4-1、4-2に伝達されるが、この時、上記図2の冷却装置の駆動部5において、チューブ2内の球形磁性体10の振動によりチューブ2内に封入された液体の冷媒6も振動することとなる。すなわち、この固体球形磁性体10による振動により、液体冷媒6内での熱の伝達が促進され、放熱部3から冷却部4-1、4-2への熱輸送能力が大きくなり、その結果、発熱素子部1での冷却効果が大きくなる。このように、本発明による冷却装置は、チューブ内に封入した磁性体を振動させて発熱部を冷却するため、複雑な機械要素がなく、チューブ形状及びボーリング形状をえることのみで薄型な冷却装置を実現することができる。

【0025】なお、上記の実施例では、チューブ2は閉ループになっているため、球形磁性体10の振動の伴うチューブ2内の体積変化はない。また、図1の冷却装置では一本のチューブが放熱部3及び冷却部4-1、4-2を、それぞれ、二回通過する構造を採用することによって冷却効率を上げている。加えて、上記の実施例では、チューブ2内に封入する液体冷媒として、例えば水を使用しているが、しかしながら、本発明はこれだけに限定することなく、他の液体の冷媒を使用することも可能である。

【0026】また、本実施例では、図2(a)にも示したように、磁性体駆動用のコイル12-1～12-3の両端部の外側で、チューブ2内に網状のチャネル72、72を設け、これによりコイル12-1～12-3に励磁電流が流れていないうちでも、上記固体の球形磁性体10が冷却装置の駆動部5から離脱することのないように、網状チャネル72、72間に保持されるような構造に成っている。これにより停電時など、突発的に電源が切れたときでも球形磁性体10を一定の位置に保持しておくことが可能になる。さらに、本実施例では、各コイル12-1～12-3の幅は固体の球形磁性体10の直径とほぼ同一にしてあるが、これらコイルの幅を球形磁性体10(直径)に比べて小さくすることにより、この固体の球形磁性体10を細かく移動させることが出来る。また、チューブ2は、駆動部5においてのみ内径円形の円筒形状とし、その他の部分は扁平形状などにすることも可能であり、このような扁平形状のチューブ2によれば発熱素子部1と直接接触する場合の接触面積の増大あるいは装置の薄型化等にも効果があり、その場合、球形磁性体10の移動を阻止する上記の網状のチャネル72、72の設置も不要になる。

【0027】さらに、上記の実施例では、冷却装置の駆

動部5においてチューブ2内に挿入された固体の磁性体10は球形である。このように、本発明では、駆動部に球形の磁性体10を用いることにより、磁性体10はチューブ2の内壁とは線で接触することとなり、例えば駆動部に棒状の磁性体を使用した場合に比較して、磁性体10がチューブ2の内壁との間で生じる摩擦を最小にすることが出来、この結果、この球形の磁性体10をチューブ2内で容易に左右に移動させることが出来るという利点がある。このことは、さらに、上記球形の磁性体10を駆動するのに必要な電磁力が小さく済むため、コイル12-1～12-3の部分での消費電力も小さくなり、これによって、上記の実施例のような5Vの駆動電源による装置の駆動が可能になっている。また、磁性体10には、直径1.5mmの球形のニッケルを用いた。ニッケルは耐腐食性が良いため、各種の液体冷媒の流体を駆動することが出来る。なお、耐腐食性を必要としない場合には、磁性体の材料として鉄、コバルトなどの強磁性体を用いることも可能である。

【0028】図5は、本発明による冷却装置の駆動部の他の実施例を示す断面図である。この図5の駆動部では、上記の実施例と同様に球形の磁性体10と、4個の駆動用コイル12-1～12-4と、さらに、チャネル72、72に加えて、特に、磁場発生装置である上記コイル12-1～12-4上に磁性体ヨーク70-1～70-4を設けることによって構成されている。

【0029】なお、上記の各駆動用のコイル12-1～12-4は、絶縁被覆された銅線を数百回巻き、樹脂でコイル部分をモールドしたものである。コイルによる磁場の強さはコイルのターン数及びコイル内を流れる電流に比例する。従って、コイルのターン数及び電流を大きくすることにより強力な磁場が得られる。なお、コイルの巻数及び電流の大きさは磁場による磁性体の応答速度に応じて決定される。チューブには直径2mmのものを用いたが、チューブの直径及び硬さは冷却装置の厚さ及び柔軟性から決定される。

【0030】この図5では、コイル12-2に電流を流した場合を示している。この場合、磁気回路は断面「コ」の字型の磁性体ヨーク70-2と、球形磁性体10とで形成される。なお、このような構成によれば、コイル12-2上の磁力線を磁性体ヨーク70-1～70-4内に閉じ込めているため、磁力線はほとんど「コ」の字状の磁性体ヨーク70-2の外の空間に広がることはないことから、比較的小さな励磁電流でも球形磁性体10を十分に振動することが出来、装置の小型化に効果を発揮する。また、球形磁性体10は各コイルコイル12-1～12-4に供給する電気信号を制御することで左右に移動する。球形磁性体10は各コイルコイル12-1～12-4から発生する磁場により通電状態のコイル下に移動しながら振動することとなる。

【0031】図6には、さらに、上記図5で示した駆動

部の変形例を示している。この変形例によれば、図からも明らかのように、上記断面「コ」の字型の磁性体ヨーク70-1～70-4を一体にした構造のものである。すなわち、この磁性体ヨークは、磁性体71と5枚の円環（鍔状）状磁性体73、73…（フィン）とを組み合わせることによって構成されている。この実施例においても、上記図5の実施例と同様に、磁力線はほとんど磁性体ヨーク71の外側の空間に広がることはないのは勿論、さらに、ヨーク部がさらに小型化される。

【0032】図7は、本発明による駆動部のさらに他の実施例を示す断面図である。この図7に示した実施例は、上記に示した実施例に比較して、以下に示す特徴点を有している。

（1）磁性体10'の形状を楕円形にし、しかも磁性体10'を保磁力の高い物質（例えば永久磁石）にする。

（2）磁場発生装置（コイル12）を一つにし、交流電圧で磁場を発生する。ここで、磁性体を楕円体形状にする理由は以下の通りである。

磁性体に永久磁石を用いた場合、磁性体の横方向（チューブの軸方向と平行）を貫く磁力線の向きを反転させることで、永久磁石を左右に移動させることが可能である。しかし、この永久磁石が球である場合には磁力線が反転しても球状の永久磁石は左右移動しない（球が半回転するだけである）。従って、磁性体に永久磁石を用いる場合には磁性体の形状をラグビーフットボールのような楕円体にしないと、左右に移動させることができない。

【0033】すなわち、上記の複数の実施例では複数のコイルを用いて球形磁性体10を駆動して振動させている。これは、上記球形磁性体10に保磁力の小さい物質（例えば鉄やニッケルなど）を用いたためである。一方、この図7に示すように、磁性体10'として、磁化を保持した磁性体（永久磁石）を用いれば、楕円体形磁性体10'の横方向を貫く磁力線の向きを反転するだけで、容易に楕円体形磁性体10'を左右に駆動することが出来る。なお、この磁力線の反転は、実施例に示すように、ただ一つのコイル12に交流電圧を印加することにより得られる。従って、図7に示した駆動部では、一つのコイル12で楕円体形磁性体10'を振動させることが出来ることとなり、さらに、装置の小型化及び省電力化に効果を発揮する。

【0034】図8は、上記図6に示した駆動部（但し、コイル数を3個にしたもの）の、特に、コイルとヨークを備えた磁場発生装置の製作手順を示すプロセス図である。図8(a)には、コイルを巻くためのボビン100が示されている。ボビン100は、複数（但し、この実施例では4枚）の磁性体のフィン73、73…と中空の筒80とから成る。各コイル12-1～12-3は磁性体のフィン73、73…間に形成される。コイル12-1～12-3を巻いた後のボビン100の様子を図8

(b) に示す。ボビン100にコイル12-1~12-3を巻いた後、図8(c)に示すように、これらコイル部を樹脂81で固定し、さらに、磁性体キャップ73-1をコイル部上に配置し、もって、磁性体のフィン73、73…と磁性体キャップ71-1とからなる磁気回路を形成する。最後に、図8(d)に示すように、ボビン100の中空部(チューブ用チャネル)110にチューブ2を通す。このような(構造)駆動部を用いた冷却装置は、磁性体を挿入するチューブとコイル形成用ボビンとを分離することが可能であるのでチューブ内の媒体の取替えが容易である。また、チューブ用チャネル形状の異なるボビンを用いることにより、冷却能率の異なる冷却装置を実現することも出来る。なお、図8には磁性体のフィン73を4つ設けた構造(コイル数:3)を示したが、ボビンに形成するフィンの数は使用するコイルの数に応じて変えることが望ましい。また、図5及び図7に示した駆動部の磁場発生装置も、基本的には上記図8に示したようなボビンを用いてコイルに形成する。

【0035】図9は上記図8で示した磁場発生装置のコイルを製造するために使用される各種のボビン100の形状を示す斜視図である。図9(a)は一つのボビン100に一つのチューブ用チャネル110を設けた構造を示している。図9(b)のボビン100は、上記図9(a)のボビンを薄型化したものであり、その横長楕円形のチューブ用チャネル110内には複数本のチューブ2が挿入される。さらに、図9(c)は、一つのボビン100に複数個のチューブ用チャネル110、110を設けた構造のボビン100の構造を示している。なお、これらのボビン100の断面形状は、冷却を行うために必要なチューブ数や冷却を要する機器内の構造や形状、さらには、冷却効率などを考慮して決定されることが望ましい。

【0036】図10は、本発明の冷却装置の駆動部のさらに他の実施例を示す断面図である。この図10の実施例は、特に上記の図5~図7に示した磁場発生装置の変形例を示している。具体的には、磁場発生装置であるコイル12が周囲に配置された冷却用チューブ2の一部を、他のチューブ部分から着脱自在に接続部を変えたものである。すなわち、上記の図5~図7に示した実施例では、球形磁性体10を内部に封入した冷却用チューブ2をコイル12が発生する磁場内、具体的には、磁場発生用ボビン100のチューブ用チャネル110内に挿入することで、球形磁性体10を振動させて冷却用媒体を振動させる駆動部を形成していた。このため、冷却用チューブ2に亀裂が生じた時には、上記駆動部を分解する必要があるが、上記の構造からこの部分だけを取り外すことが出来ず、全体を取り外さなければならなかつた。このような欠点を解決した構造が、この図10に示した実施例である。

【0037】この図10の実施例では、球形の磁性体1

0と、4個の駆動用コイル12-1~12-4と、チャネル72と、コイル上の磁性体ヨーク70-1~70-4と、冷却チューブ接合部120とが一体構造になっている。このような構造によれば、駆動部の冷却チューブ接合部120に冷却チューブ2を取り付けることで、上記の図5~図7に示した駆動部と同一機能を有する構造になる。なお、このような駆動部の構造では、駆動部のみを図1に示した冷却装置の全体から分離することが可能であるので、駆動部の保守や点検が容易になるという利点がある。また、冷却チューブ接続部120にチューブ径の異なる変換継手などを付加することで、様々なチューブ径の冷却装置にも使用することが出来る。

【0038】図11は、上記に種々示した本発明の電子機器用冷却装置において利用されている磁気式液体振動ポンプの他の実施例を示す。すなわち、上記実施例の冷却装置の駆動部5において使用されている磁気式液体振動ポンプでは、チューブ2内に封入された液体冷媒を振動させることにより液体冷媒内での熱の伝達を促進するものであり、チューブ2内の液体冷媒を移動(例えば、循環)させるものではない。これに対して、この図11の実施例では、以下に述べる磁気式液体振動ポンプの構造により、チューブ2内の液体冷媒を振動させることによって熱伝達を促進すると同時に、液体冷媒のチューブ2内での移動(循環)を行わせることによって、液体冷媒の熱の伝達効率を著しく向上させるものである。

【0039】この磁気式液体振動ポンプは、図にも示すように、駆動部に流体を一方向に流すためのチューブ131と、このチューブ131の一部に設けられた一対の一方向弁135、135と、上記一対の一方向弁135、136の間でチューブ131から向かって分岐して設けられたチューブ130と、上記チューブ130の一部に設けられた駆動部から構成される。なお、この駆動部は、球形の磁性体10と、4個の駆動用コイル12-1~12-4と、チャネル72と、コイル上の磁性体ヨーク70-1~70-4と、冷却チューブ接合部120とが一体構造になっており、図10に示した駆動部と同じ構造のものである。また、本実施例では、これらの一方向弁135、136はバネ状の板を利用したものであるが、その他の構造の一方向弁でもよく、また、その数も1個だけでも良い。一方、球形の磁性体10はコイル12-1~12-4からの磁気力により上下に駆動されることにより、チューブ131内の流体は、一方向弁135、136の働きにより、図の左から右方向に移動する。

【0040】その原理を説明すると、例えば、今、球形磁性体10が上方向に移動すると、右側の一方向弁136が閉じ、一方、左側の一方向弁135が開く。その結果、新しい流体がチューブ131の左側から導入される。次に、球形磁性体10を下方向に移動させると、先程とは逆に、右側の一方向弁136が開き、左側の一方向弁135が閉じ、一方、左側の一方向弁135が開く。その結果、新しい流体がチューブ131の右側から導入される。

向弁 135 が閉じ、この結果、一方向弁間の流体は右側の一方向弁 136 を介して、右方向に移動する。このような球形磁性体 10 の上下動を連続的に行うことにより、チューブ 131 内を流体が左から右方向に移動するポンプになる。チューブ 131 内を通過する流体の速度は磁性体 10 の上下の変位もしくは移動速度を変えることにより任意に設定することが可能である。また、本実施例では駆動部の上側に分岐したチューブ 130 を接続しており、このチューブ 130 の先には、図示はしないが、さらにベローズ構造のセル、もしくは、チューブ 131 内を通過する流体と同一圧力の流体が蓄えられているセルにつながれている。このセルを用いることにより球形磁性体 10 の上下動を容易にしている。この図 11 の実施例では、駆動部に図 10 に示した構造の駆動部を用いたが、これに限らず、例えば上記図 5 ～図 7 に示した構造の駆動部を用いることも可能である。

【0041】最後に、図 12 には、上記に説明した磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した冷却装置を実際に電子装置である小型コンピュータ、特に、ラップトップ型のパソコン（ノートサイズ）に適用した場合の配置構成を示している。このラップトップ型のパソコンは、ヒンジ機構によって互いに連結された上下の框体 201、202 から構成され、上側の框体 201 には表示装置としての液晶ディスプレイ 203 が、そして、下側の框体 202 にはキーボードなどが一体に取り付けられている。そして、下側の框体 202 の内部には、ハードディスク 204 やフロッピディスクドライブ 205 と共に、回路基板 206 が内蔵されており、この回路基板 206 上には、RAM や ROM などの記憶回路素子や画像処理回路素子等と共に、発熱素子である中央演算回路素子（CPU）207 が配置されている。

【0042】そして、本発明の冷却装置を採用した冷却構造によれば、図にも示すように、上記発熱素子である中央演算回路素子（CPU）207 の上面には放熱部 208 が取り付けられ、さらに、その奥には駆動部 209 と、この駆動部に電気信号を出力して駆動する駆動回路 210 が配置されている。なお、放熱部 208 は上記図 1 に示したような金属板であり、駆動部 209 は上記図 5 から図 7、または図 10 に示すような構成であり、駆動回路 210 はその一例が図 3 に示されている。また、このラップトップ型のパソコンへの採用例では、放熱部 208 で発生した熱を放熱するための冷却部としては、可撓性のチューブ 211 を上側框体 201 の液晶ディスプレイ 203 の背面に配回して放熱による冷却を図っている。このように、本発明の冷却装置を採用することにより、冷却効率の高い液冷式の冷却装置を小型のラップトップ型パソコンなどへも容易に採用することが可能になる。また、駆動部 209 として上記図 11 の磁気式液体振動ポンプを用いることにより、液体冷媒を振動するだけでなくこれを循環させることにより、より冷却効率

の優れた冷却構造を実現することが可能になる。

【0043】

【発明の効果】以上の詳細な説明からも明らかかなよう に、本発明による磁気式液体振動ポンプによれば、小型化あるいは薄型構造が可能であり、必要な駆動電力も小さな、冷却装置の駆動部となる磁気式液体振動ポンプを提供することが可能になり、さらに、この磁気式液体振動ポンプを利用するにより、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等の比較的小型の電子機器へも容易に適用することが可能で汎用性が高く、冷却効率も良い電子機器用冷却装置を提供することが可能になるという優れた効果を發揮する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の磁気式液体振動ポンプを利用した電子機器用冷却装置の説明するための側面及び平面図である。

【図 2】上記図 1 に示す電子機器用冷却装置の磁性体を用いた駆動部の詳細構造及びその動作原理を示す動作原理図である。

【図 3】上記図 1 に示す電子機器用冷却装置の駆動回路の回路構成を示す図である。

【図 4】上記図 4 に示した駆動回路の駆動出力の信号波形を示す図である。

【図 5】本発明の電子機器用冷却装置における駆動部の他の実施例を示す断面図である。

【図 6】上記の図 5 に示した電子機器用冷却装置の駆動部の変形例を示す断面図である。

【図 7】本発明による電子機器用冷却装置の駆動部における、他の実施例を示す断面図である。

【図 8】上記電子機器用冷却装置の磁場発生装置のコイルを製造する工程を示す図である。

【図 9】本発明による磁気力を利用した駆動部のボビンの各種構造を示す斜視図である。

【図 10】本発明による電子機器用冷却装置の駆動部における、さらに他の実施例を示す断面図である。

【図 11】本発明の電子機器用冷却装置に利用されるが、上記とは異なる原理による磁気式液体振動ポンプの構造を示す断面図である。

【図 12】本発明による電子機器用冷却装置をラップトップ型パソコンに適用した場合の配置構成を示す斜視図である。

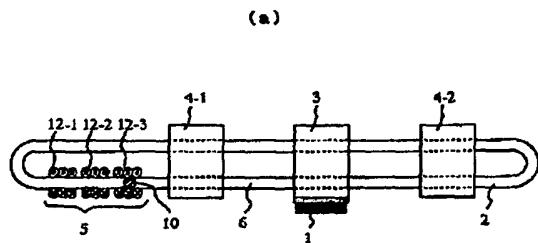
【符号の説明】

- 1 発熱素子
- 2、2-1～2-n チューブ
- 3 放熱部
- 4-1～4-2 冷却部
- 5、5-1～5-n 媒体駆動部
- 6 媒体
- 10 磁性体
- 12、12-1～12-4 コイル

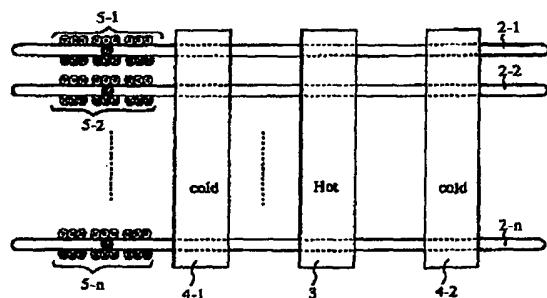
700、70-1~70-4、71、81 磁性体、
 720、72-1、72-2 メッシュ
 730 冷媒
 740 冷却用キャップ
 1000 ボビン
 1100 中空部 (チューブ用チャネル)
 1200 冷却用チューブ接続部
 1300 チューブ

1 3 1	分歧チューブ
1 3 5, 1 3 6	一方向弁
2 0 1, 2 0 2	框架体
2 0 7	中央演算部
2 0 8	放熱部
2 0 9	駆動部
2 1 0	駆動回路
2 1 1	可撓性チューブ

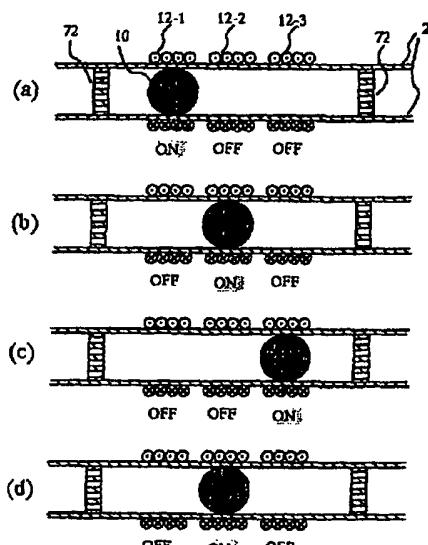
【图1】



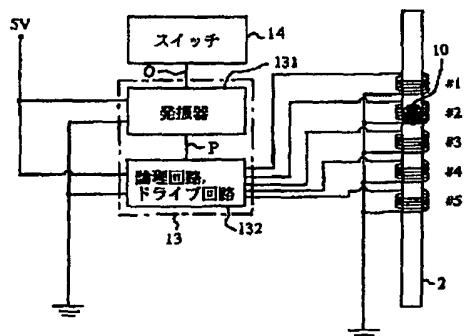
(b)



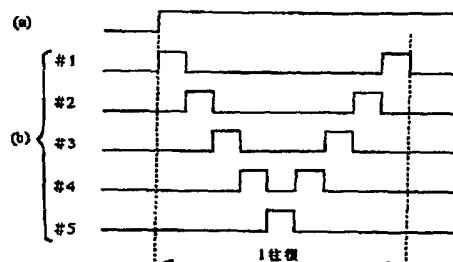
【图2】



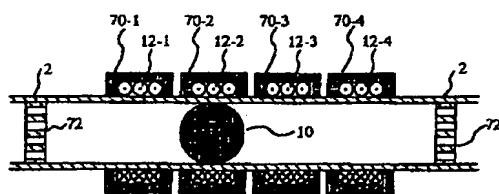
〔図3〕



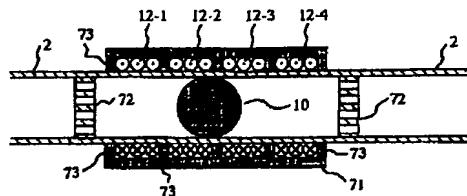
[図4]



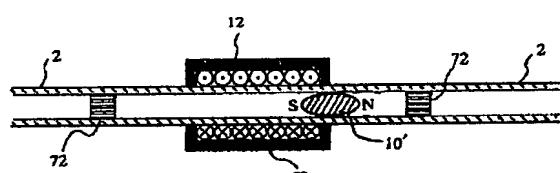
【図5】



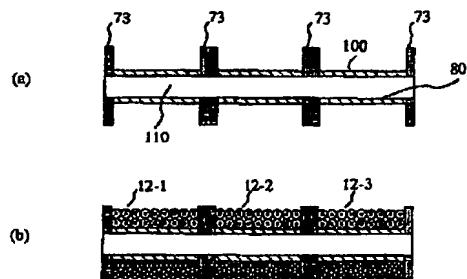
【図6】



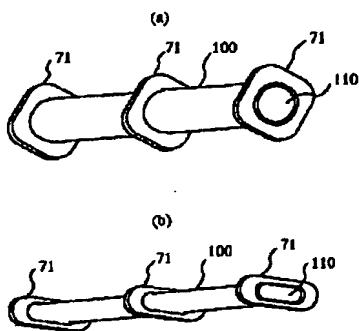
【図7】



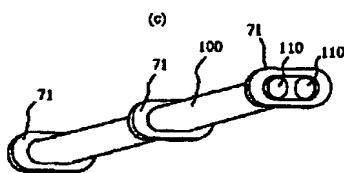
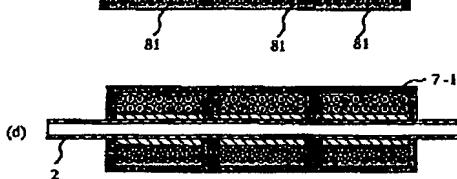
【図8】



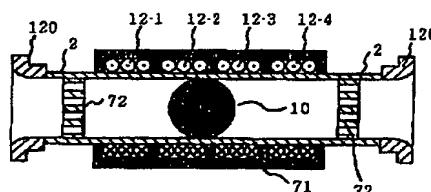
【図9】



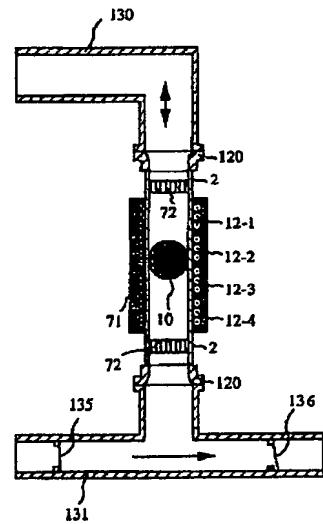
(c)



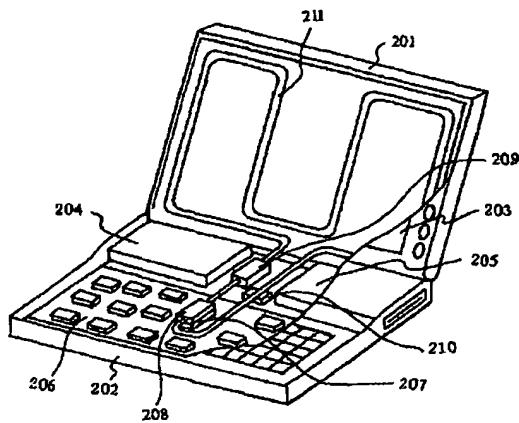
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 畑田 敏夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 大橋 繁男

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内